

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

ZINEK A JEHO VYUŽITÍ

ZINC AND ITS UTILISATION

bakalářská práce

Autor:

Růžena Ilavská

Vedoucí práce:

Prof. Ing. Peter Fečko, Csc.

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Růžena Ilavská**
Studijní program: **B2102 Nerostné suroviny**
Studijní obor: **3904R022 Zpracování a zneškodňování odpadů**
Téma: **Zinek a jeho využití**
Zinc and its Utilisation

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl práce
2. Zinek
 - 2.1 Výskyt v životním prostředí
 - 2.2 Možnosti zpracování a výroby
 - 2.3 Perspektivy využití do budoucna
3. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

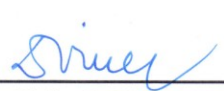
1. Mička, Z., Lukeš, I.: Anorganická chemie I: teoretická část. Praha: Karolinum, 2003. 168 s. ISBN 80-7184-988-X
2. Prokeš, J. et al.: Základy toxikologie : obecná toxikologie a ekotoxikologie. 1. vyd. Praha : GalénKarolinum, c2005. 248 s. ISBN 80-7262-301-X.
3. Herčík M. : Ochrana životního prostředí a legislativa. Ostrava, 2004. 158 s. ISBN 80-86764-05-2.
4. Chriateľ, L.: Recyklácia odpadov. 1. vyd. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 2000. 102 s. ISBN 80-227-1403-8

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

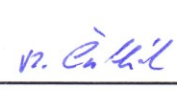
Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Peter Fečko, CSc.**

Datum zadání: 31.10.2010

Datum odevzdání: 30.04.2011


prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

PROHLÁŠENÍ

Celou bakalářskou práci včetně příloh jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu. Ve své programové aplikaci jsem použil modul pro transformaci vektorových dat mezi prostorovými referenčními systémy, vytvořený ing. Markétou Hanzlovou.

Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

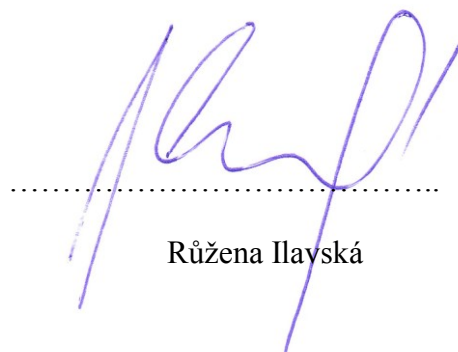
Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.

Bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Mostě dne 25. dubna 2011



.....

Růžena Ilavská

Tímto bych chtěla poděkovat panu Prof. Ing. Peteru Fečkovi, Csc., panu Ing. Leoši Čihákovi, řediteli zinkovny v Roudnici nad Labem, za odborné vedení práce a pomoc se získáním použitých podkladů a také Haně Hricové a manželovi za pomoc při zpracování mé bakalářské práce.

ANOTACE

Téma této bakalářské práce je zaměřeno na seznámení se zinkem, jeho výskytem v přírodě, získáváním, zpracováním a recyklací. Z tohoto důvodu není možno opomenout jeho vliv na životní prostředí. Z bližšího hlediska se zde zaměříme na jeho použití v průmyslu, zejména v ochraně kovů proti korozi a to technikou žárového zinkování, konkrétně ve firmě The Zinkpower Company, Kopf Group Roudnice nad Labem.

Klíčová slova

Zinek, žárové zinkování, recyklace, životní prostředí

ANNOTATION

The aim of this thesis is focused on getting acquainted with zinc, its occurrence in nature, extraction, processing and recycling. For this reason it is impossible to ignore its impact on the environment. From a closer perspective, here we focus on its use in industry, especially in the protection of metals against corrosion using hot dip zinc galvanizing technology, specifically in The Zinkpower Company Kopf Group Roudnice nad Labem.

Key Words

Zinc, hot dip zinc galvanizing, recycling, environment

OBSAH

1	Úvod a cíl bakalářské práce	1
2	Základní fyzikálně chemické vlastnosti zinku	2
2.1	Výskyt zinku v přírodě	3
3	Výroba a využití zinku	6
3.1	Výroba zinku	6
3.2	Využití elementárního zinku	8
3.3	Využití slitin zinku	8
3.4	Využití sloučenin zinku	8
3.4.1	Anorganické sloučeniny	9
3.4.2	Komplexní sloučeniny	11
3.4.3	Organické sloučeniny	11
3.5	Využití zinku v protikorozi ochraně aplikací žárového zinkování ve firmě ZinkPower Roudnice nad Labem	11
3.5.1	Volba protikorozi ochrany	13
4	Způsoby zinkování	17
4.1	Žárové zinkování	17
4.2	Elektrolytické (galvanické) zinkování	17
4.3	Žárové stříkání (metalizace)	18
4.4	Sherardizace	19
4.5	Mechanické zinkování	19
4.6	Nátěrové hmoty s vysokým obsahem zinku	20
5	Žárové zinkování	21
5.1	Výhody a nevýhody žárového zinkování	21
5.2	Způsob provedení žárového zinkování	22

5.2.1	Žárové zinkování drobných předmětů.....	24
5.2.2	Žárové zinkování drátů a trubek.....	25
5.2.3	Žárové zinkování ocelového pásu	25
5.3	Reakce mezi železem a zinkem.....	26
5.4	Složení zinkové lázně.....	28
5.5	Koroze zinkových povlaků	29
6	Závěr	31
7	Použitá literatura	32
8	Seznam obrázků	34
9	Seznam Tabulek	35

1 ÚVOD A CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zinek je nedílnou součástí životního prostředí. Je rozptýlen a obsažen v každé sféře Země (pedosféra, hydrosféra, biosféra, atmosféra), jakož i v každém živém organismu (rostliny, zvířata, člověk). Hraje důležitou úlohu ve vývoji a výživě všech typů živých organismů. V současné době je nám známo 300 různých druhů enzymů, v nichž zinek hraje důležitou katalytickou, strukturální nebo regulační roli. Jako součást bílkovin je hlavním faktorem při regulaci přepisů DNA v buněčném jádru.

Zinek je významnou složkou buňky při udržení strukturální integrity buněčné stěny, váže receptory hormonů, a je přenašečem signálu v nervovém systému. Pro zvířata a lidi je zinek důležitý pro mozkovou funkci, imunitu a rozmnožování. Člověk pro udržení životně důležitých funkcí organismu potřebuje 12 – 15 mg zinku denně tzn., že obyvatelstvo ČR při počtu 10 526 700 obyvatel spotřebuje pro svou nezbytnou výživu 57633,6825 t za rok. Při dlouhodobějším užívání vyšších dávek než je denní doporučená spotřeba může dojít k předávkování až otravě, ne-li smrti. Smrtelná dávka je 10 mg Zn přijatých organismem, ve formě zinečnatých solí, jež jsou v podstatě pro člověka všechny toxické. Zvláště nebezpečné a toxické, jsou páry kovového zinku, uvolňující se, při sváření kovů. Zinek může být užit perorálně, vdechnut nebo dokonce absorbován kůží. Zaměstnanci podniku, v němž pracují se zinkem, jsou náležitě proškoleni, jak se chovat v provozu, aby nedošlo k poškození zdraví nebo otravě.

Nelze opomenout ani sekundární znečištění vlivem průmyslu nebo starých ekologických zátěží půdy a vody a tím nedobrovolného požívání nadměrného množství zinku vodou a přijatou potravou. Abychom předešli novým zdrojům znečišťování životního prostředí je nutno soustředit své síly a znalosti na vyhledávání, používání a důsledné dodržování nových technologických postupů a procesů ve výrobě co nejšetrnějších k životnímu prostředí. [1] [3] [4] [6]

Cílem bakalářské práce je zaměření se na uplatnění zinku v protikorozi ochraně ocelových prvků, zejména metodou žárového zinkování a na vliv této metody na životní prostředí.

2 ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI ZINKU

Tabulka 1: Základní fyzikálně-chemické vlastnosti zinku

Atomové číslo	30
Relativní atomová hmotnost	65.409(4) amu
Elektronová konfigurace	[Ar] 3d ¹⁰ .4s ²
Skupenství	Pevné
Oxidační čísla	Zn ²⁺
Teplota tání	419,53 °C, (692,68 K)
Teplota varu	907 °C, (1180 K)
Elektronegativita (Pauling)	1,65
Počet přírodních izotopů	5
Hustota	7,14 g/cm ³
Hustota při teplotě tání	6,57 g/cm ³
Tvrdość	2,5
Registrační číslo CAS	7440-66-6
Elektrochemický potenciál (k vodíkové elektrodě)	-0,761 V
Atomový poloměr Zn	1,34 Å (134pm)
Iontový poloměr Zn ²⁺	0,74 Å (74pm)
Ionizační energie Zn → Zn ¹⁺	906,1 kJ/mol
Ionizační energie Zn ²⁺ → Zn ³⁺	3 831 kJ/mol
Specifické teplo	0,386 kJ/mol
Skupenské teplo tání	7,28 kJ/mol
Skupenské teplo varu	114,2 kJ/mol
Elektrický odpor při 20 °C	5,8 μΩ/cm

Zinek je světlý, šedomodrý, lehce tavitelný a tvárný kov se silným leskem, jež se na vzduchu ztrácí. Za normální teploty je křehký. Pokud je zahřán na teplotu 100°C – 150°C stává se tažným a lze jej válcovat na plech nebo vytahovat na dráty. Zahřejeme-li ho nad 200°C opět zkřehne a můžeme jej rozetřít na prach. Patří k nejsnáze těkajícím kovům.



Obrázek 1: Zinek

Zinek krystalizuje v hexagonálním těsném uspořádání. Řadíme jej do skupiny přechodných prvků, jež mají valenční elektrony v d-sféře. Ve sloučeninách má mocenství Zn^{+2} . Zinek je amfoterní (rozpouští se jak v kyselinách, tak v hydroxidech).[1] [6] [13]

2.1 Výskyt zinku v přírodě

Zinek je přirozeným prvkem, jeho zastoupení v přírodě zaujímá 24. místo. Průměrný obsah v půdách je 70 – 100 mg/kg. V mořské vodě činí jeho koncentrace 0,01 mg/l. S čistou formou kovového zinku se v přírodě můžeme setkat jen vzácně, protože je



Obrázek 2: Sfalerit

velmi reaktivní, vyskytuje se ve sloučeninách, jako siřník, křemičitan, oxid, hydroxid a uhličitan. [13]



Obrázek 3: Smithsonit

Z hlavních minerálů obsahujících jeho velké množství, jež jsou využitelné, jako ruda pro průmyslovou výrobu zinku je sfalerit ZnS (blejno zinkové) (obr. 2), nebo jeho krystalová modifikace würtzit. Dále jsou to smithsonit ZnCO_3 (kalamín uhličitý) (obr. 3), kalamín křemičitý $\text{Zn}_2\text{SiO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, Willemit Zn_2SiO_4 (obr. 5), Troosit $(\text{Zn}, \text{Mn})_2\text{SiO}_4$, Zinkit ZnO (červená ruda zinková) (obr. 4), Franklinit $(\text{Zn}, \text{Mn})\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (obr. 6), zinečnatý spinel $\text{ZnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, Hemimorfit $\text{Zn}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2$ (obr. 7). [9] [10] [11] [12] [14]



Obrázek 5: Zinkit



Obrázek 4: Willemit

Významná ložiska zinkových rud (sfalerit, smithsonit) ve světě se nacházejí na území USA, Kanady a Austrálie. V České republice jsou rudy zinku vázány na polymetalická zrudnění. Většinou jsou vázány s výskytem rud olova, stříbra, zlata.



Obrázek 6: Franklinit



Obrázek 7: Hemimorfit

Významné výskyty PbZn zrudnění nacházíme v rudných revírech Příbram, Kutná Hora, Jihlava, Stříbro, Zlaté hory, Horní Benešov, Horní Město, Křižanovice. V současnosti je evidováno 8 nebilančních ložisek (Kutná Hora, Křižanovice, Zlaté Hory – Východ, Horní Benešov, Horní Město, Horní Město – Šibenice, Oskava, Ruda u Rýmařova – Sever) (obr. 8) se zásobou 472 000 tun. V současné době, by byla jejich těžba, vzhledem k vysokým nákladům a dopadu na životní prostředí neekonomická. [5] [7]



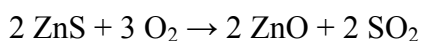
Obrázek 8: Významná ložiska zinkových rud

3 VÝROBA A VYUŽITÍ ZINKU

3.1 Výroba zinku

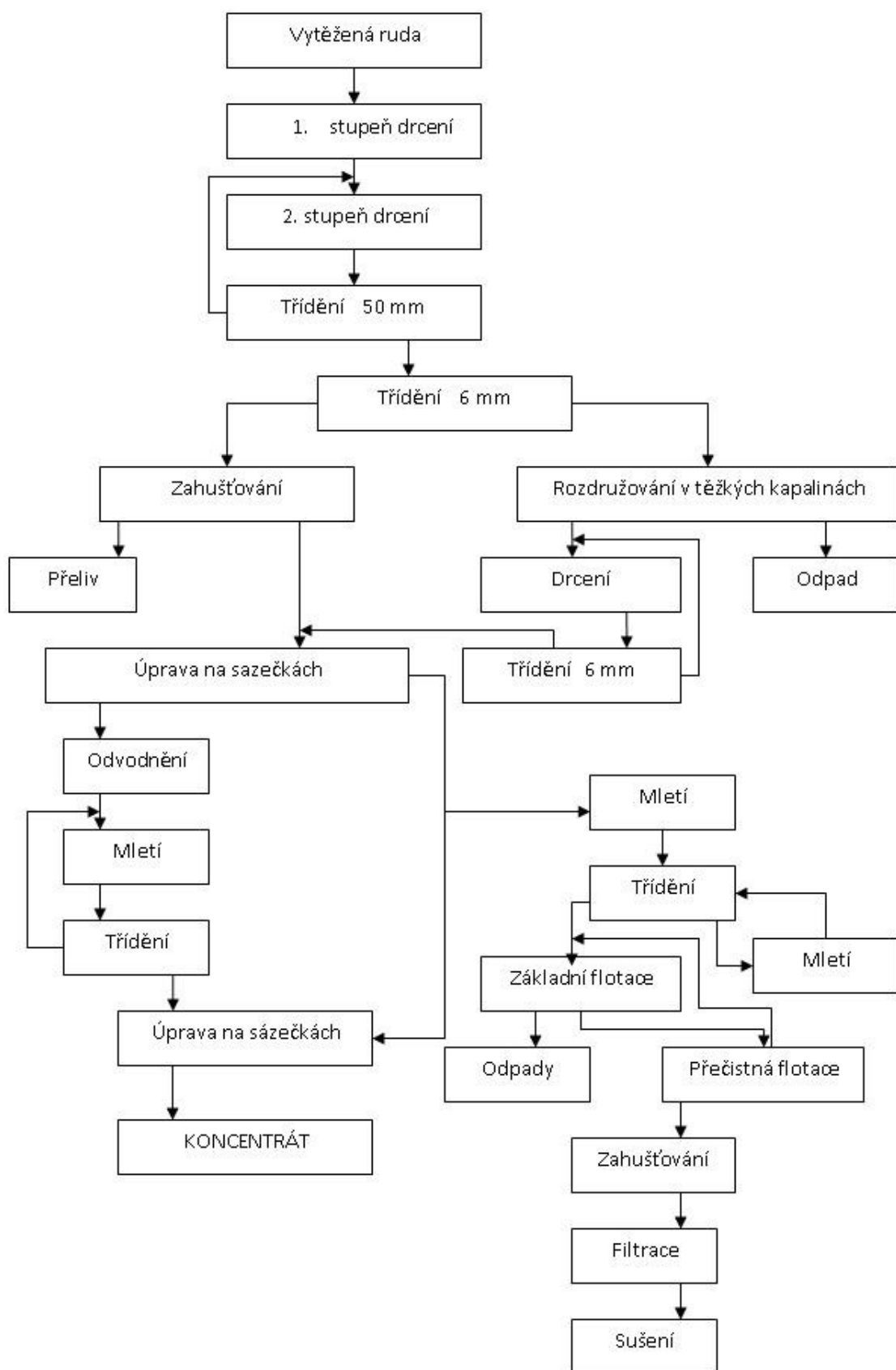
Z 90 % se zinek vyrábí ze svých sulfidických rud. Na začátku procesu výroby je nabohacení rudy sedimentačními, nebo flotačními technikami, nebo kombinací obou metod. Jejich cílem je, vytrídění co největšího množství hlušiny ze suroviny, před vstupem do procesu úpravy rudy. V případě gravitační metody se uplatňuje využití drtičů, mlýnů, třídících sít, vodních splavů a žlabů, jakož i použití těžkých kapalin. Zavedením flotačních metod do procesu úpravy, v kombinaci s metodami gravitačními, bylo umožněno lepší rozdužení a oddělení zrna kovu od hlušiny, již při zrnitosti menší než 40 mm. Tímto způsobem, lze oddělit, až 60 % hlušiny, jež nachází své další využití, jako podkladový materiál v úpravě silnic a kolejíšť. Velká přesnost procesu rozdužování se uplatňuje v případě rud chudých, nebo znovuzhodnocení starých odvalů a hald. Lepší představu o procesu úpravy zinkové rudy, gravitačně – flotační metodou, nám dává následující schéma.(obr.9)

Po tomto procesu, následuje pražení rudy za přístupu kyslíku.



Uvolněný SO_2 jako vedlejší produkt je použit k výrobě kyseliny sírové. Získaný ZnO se dále zpracovává elektrolyticky nebo pražením s koksem. ZnO se praží s koksem ve vysoké peci (vyvinuta v 50. letech společností Imperial Smelting Co. v Bristolu), kde zinkové páry opouštějící vrchol pece jsou rychle ochlazovány a rozpouštěny zkráplením olovem, tudíž zpětná oxidace je minimální. Zinek je pak oddělen jako kapalina skoro 99% čistoty a dále rafinován vakuovou destilací až na čistotu 99,99 %. Pokud je při vsázce použita zinečnatoolovnatá ruda, je olovo, v tomto případě vypuštěno ze spodní části pece.

Zpracovává-li se elektrolytickým způsobem, je surový ZnO loužen zředěnou H_2SO_4 , a následnou cementací zinkovým prachem je získáno kadmium. Roztok ZnSO_4 je elektrolyzován a na hliníkové katodě je vyloučen kov, čistoty 99,95 %. Vyloučený zinek se z hliníkových desek sloupne, roztaví a odlíje do podoby cihel, v nichž se dodává k dalšímu zpracování. [4] [7] [8]



Obrázek 9: Gravitačně-flotační metoda úpravy zinkové rudy

3.2 Využití elementárního zinku

Významné využití elementárního zinku nacházíme v antikorozi ochraně materiálu jako je železo a jeho slitiny. Pozinkovat železný plech, nám umožňuje řada postupů, jako je například galvanické pokovování, postřikování, napařování nebo žárové zinkování.

Zinek se vyznačuje řadou dobrých vlastností pro výrobu odlitků. Mezi ně patří výborná zatékavost, kdy roztavený zinek dokonale vyplní odlévací formu. Tímto způsobem jsou vyráběny kovové součástky dobře odolné vůči atmosférickým vlivům (nekorodují), ale nesnáší výrazné mechanické namáhání z důvodu malé odolnosti materiálu. Příkladem jsou některé části motorových karburátorů, okenní kliky, kovové ozdoby, zahradní konve, vědra, vany, střechy a okapy apod.

V dřívější době byl zinek hojně využíván ve výrobě galvanických článků. V současnosti je zinek postupně nahrazován jinými kovy a to niklem a lithiem. [4] [13]

3.3 Využití slitin zinku

Hojně využívaná slitina zinku s mědí je mosaz. Oproti čistému zinku má lepší mechanickou odolnost a vzhled. Jsou různé řady mosazí s odlišným poměrem obou kovů (např. bílá mosaz – 85 % zinku, 5 % hliník, 10 % měď). Odlišují se od sebe jak barvou, tak mechanickými vlastnostmi (tvrdost, kujnost, tažnost, odolnost proti vlivům prostředí). Z mosazí jsou vyráběny plechové hudební nástroje a jejich součásti, nábytkové a stavební kování a jejich součásti, šrouby, sochy a umělecké předměty. Zinek je využíván při výrobě klenotnických slitin se zlatem, stříbrem, mědí a niklem. Další významné slitiny jsou různé druhy bronzů (např. 88 % zinku, 6 % hliníku, 6 % mědi). [4] [13]

3.4 Využití sloučenin zinku

Zinek se vyskytuje ve svých sloučeninách jako kladně dvojmocný zinečnatý kationt. Pokud navázaný aniont vázaný k zinečnatému kationtu není barevný, je sloučenina bílá. Sloučeniny zinku dělíme podle složení na anorganické sloučeniny, komplexní sloučeniny a organické sloučeniny.[1]

3.4.1 Anorganické sloučeniny

Většina zinečnatých sloučenin je dobře rozpustná ve vodě, některé pouze v hydroxidech nebo kyselinách.

- Oxid zinečnatý (ZnO) – bílý prášek nerozpustný ve vodě, pouze ve zředěných kyselinách a roztocích hydroxidů. V přírodě je známý jako nerost zinkit. Používá se při výrobě barviva známého jako zinková běloba. Nachází uplatnění jako plnicí prostředek při výrobě vulkanizovaného kaučuku, nebo ve sklářském a keramickém průmyslu ve výrobě glazur, skel a emailů. V laboratorních podmínkách lze oxid zinečnatý vyrobit termickým rozkladem hydroxidu zinečnatého, uhličitanu zinečnatého nebo dusičnanu zinečnatého. V průmyslové výrobě se připravuje spalováním zinku.
- Hydroxid zinečnatý $\text{Zn}(\text{OH})_2$ – bílý prášek nerozpustný ve vodě, pouze ve zředěných kyselinách, alkalických hydroxidech, ve vodném roztoku amoniaku a částečně je rozpouštěn ve vodných roztocích amonných solí. U hydroxidu zinečnatého se vyskytuje pět krystalických modifikací, jež za normální teploty je pouze jedna stabilní. Připravuje se srážením rozpustných zinečnatých solí rozpustným alkalickým hydroxidem.
- Sulfid zinečnatý ZnS – v čistém stavu bílý prášek nerozpustný ve vodě, za čerstva rozpustný ve zředěných kyselinách. V přírodě je znám jako nerost sfalerit (blejno zinkové) a würtzit. V praxi je využíván jako nátěrová barva, která se jmenuje zinkové blejno, ve směsi se síranem barnatým je známa jako lithopon. Zvláštní modifikace ZnS je Sidotovo blejno (luminiscenční), které se používá jako základní látka pro světélkující nátěry hodinových ručiček apod. Sulfid zinečnatý se získává srážením vodného roztoku zinečnaté soli sirovodíkem nebo alkalickým sulfidem.
- Chlorid zinečnatý ZnCl_2 – bílá krystalická látka velmi dobře rozpustná ve vodě a organických rozpouštědlech, je značně hygroskopická. Používá se jako impregnační prostředek na ochranu dřeva proti plísním a hnilobě. Další její použití je při výrobě deodorantů, v lékařství, ve výrobě organických barviv, při potisku tkanin a naleptávání kovů při pájení. Připravuje se rozpouštěním sulfidu, hydroxidu, uhličitanu a oxidu zinečnatého nebo zinkových odpadů v kyselině chlorovodíkové.

- Bromid zinečnatý ZnBr_2 – bílá krystalická látka dobře rozpustná ve vodě. Připravuje se rozpouštěním hydroxidu, uhličitanu a oxidu zinečnatého nebo zinkových odpadů v kyselině bromovodíkové.
- Jodid zinečnatý ZnI_2 – nažloutlá krystalická látka rozpustná ve vodě. Použití v lékařství. Připravuje se rozpouštěním hydroxidu, uhličitanu a oxidu zinečnatého nebo zinkových odpadů v kyselině jodovodíkové.
- Fluorid zinečnatý ZnF_2 – krystalická látka bílé barvy špatně rozpustná ve vodě. Je využíván ke konzervaci dřeva. Připravuje se rozpouštěním hydroxidu, uhličitanu a oxidu zinečnatého nebo zinkových odpadů v kyselině fluorovodíkové.
- Dusičnan zinečnatý $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ – krystalická látka bílé barvy dobře rozpustná ve vodě. Připravuje se rozpouštěním hydroxidu, uhličitanu a oxidu zinečnatého nebo zinkových odpadů v kyselině dusičné.
- Síran zinečnatý ZnSO_4 – krystalická látka bílé barvy dobře rozpustná ve vodě. Je známa pod názvem bílá skalice (heptahydrát síranu zinečnatého – $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). V přírodě se nachází jako nerost goslarit. Používá se jako součást barviv pro potisk tkanin a přípravků pro impregnaci dřeva, k výrobě litoponu, galvanostegii, v lékařství, jinak je to základní látka pro přípravu dalších sloučenin zinku. Zředěný síran zinečnatý má dezinfekční účinky. Připravuje se rozpouštěním hydroxidu, uhličitanu a oxidu zinečnatého nebo zinkových odpadů v kyselině sírové.
- Kyanid zinečnatý $\text{Zn}(\text{CN})_2$ – bílá práškovitá látka ve vodě a lihu nerozpustná. Snadno rozpustná ve větším množství kyanidu na kyanozinečnan. Kyanid zinečnatý je jedovatá látka bez chuti, ale přesto se v některých případech používá v lékařství. Je připravován srážením roztoků zinečnatých solí alkalickým kyanidem.
- Uhličitan zinečnatý ZnCO_3 – bílý prášek nerozpustný ve vodě, pouze ve zředěných roztocích kyselin. V přírodě je nacházen jako nerost kalamín uhličitý (smithsonit) a hydrozinkit. Připravuje se srážením roztoků rozpustné zinečnaté soli roztokem alkalického uhličitanu.
- Křemičitan zinečnatý ZnSiO_3 – bílý prášek ve vodě nerozpustný. Jeho výskyt v přírodě je ve formě nerostu, který se nazývá willemit, troosit a

kalamín křemičitý. Křemičitan zinečnatý je možno připravit srážením roztoků rozpustné zinečnaté soli alkalickým uhličitánem.

- Hydrid zinečnatý ZnH_2 – bílá krystalická látka, která je vodou a teplotou nad 90°C rozkládána. Hydrid zinečnatý je možno připravit působením tetrahydridohlinitanu lithného na jodid zinečnatý nebo methyloid zinečnatý.

3.4.2 Komplexní sloučeniny

- Hydroxozinečnatany – bezbarvé sloučeniny. Vznikají rozpouštěním zinku, oxidu nebo hydroxidu zinečnatého ve větším množství alkalického hydroxidu.
- Amoniakáty zinku – bezbarvé komplexní sloučeniny vznikající rozpouštěním sloučenin zinku ve vodném roztoku amoniaku. Jsou velmi dobře rozpustné ve vodě.
- Kyanozinečnatanový aniont – bezbarvý velmi dobře rozpustný ve vodě. Roztoky kyanidu zinečnatého a měďného ve větším množství alkalického kyanidu se používají v galvanostegii k přípravě mosazných povlaků.

3.4.3 Organické sloučeniny

- Octan zinečnatý $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ – bílá krystalická látka dobře rozpustná ve vodě, kde se však částečně hydrolyticky štěpí. Nachází použití jako ochranný prostředek proti ohni, při omývání u kožních onemocnění a jako kloktadlo. Připravuje se rozpouštěním ZnO v kyselině octové.
- Šťavelan zinečnatý ZnC_2O_4 – bílá krystalická látka, není rozpustná ve vodě, ale velmi dobře rozpustná v nadbytku alkalického šťavelanu. Vyrábí se srážením roztoku zinečnaté soli kyselinou šťavelovou nebo alkalickým šťavelanem.[1] [14]

3.5 Využití zinku v protikoroziní ochraně aplikací žárového zinkování ve firmě ZinkPower Roudnice nad Labem

Zinkovna v Roudnici nad Labem (obr10), byla postavena v roce 1994 a v následujícím roce zahájila provoz. Zinkovna Roudnice spolupracuje se zinkovnou

Unternehmesgruppe Willi Kopf a skupinou zinkoven Siegener Verzinkerei Holding. V roce 1997 získala certifikát DIN ISO 9002 a v roce 2002 certifikát DIN EN ISO 9001:2000. Množství pozinkovaného materiálu, je závislé na množství objednávek. Provoz firmy je jednosměnný. Velikost zinkovaného materiálu je závislý na velikosti zinkovací vany. Zinkovna v Roudnici disponuje vanou s těmito parametry: rozměry vany: 7 x 1,8 x 3 m využitelný rozměr: 6,5 x 1,7 x 2,5 m.



Obrázek 10: Budova firmy Zinkpower Roudnice

Koroze je obecně definována jako fyzikálně-chemická reakce mezi kovem a okolím. Nejčastější reakce je elektrochemického charakteru. Důsledky koroze vedou k poškození funkčnosti kovu, jeho okolí, jakož i technického systému kde je kov jeho součástí. Škody na korodujícím předmětu nazýváme primární škody a další škody způsobené primární korozí nazýváme sekundární škody, jež pro jednotlivce nebo společnost představují největší náklady. Dá se tedy všeobecně říci, že v průběhu času a vlivem prostředí korodují nebo se rozkládají na stabilní sloučeniny všechny anorganické materiály mimo vzácných kovů.

Pokud získáváme kovy z rud, musíme do procesu dodat energii. Surový kov z tohoto důvodu má energetický vyšší stav než vstupní ruda. V průběhu korozního děje kov tuto energii uvolňuje a přechází do stabilního přírodního stavu, ve kterém už jednou byl. Korozní produkty často vypadají jako sloučeniny, z kterých byl kov získán. [4]

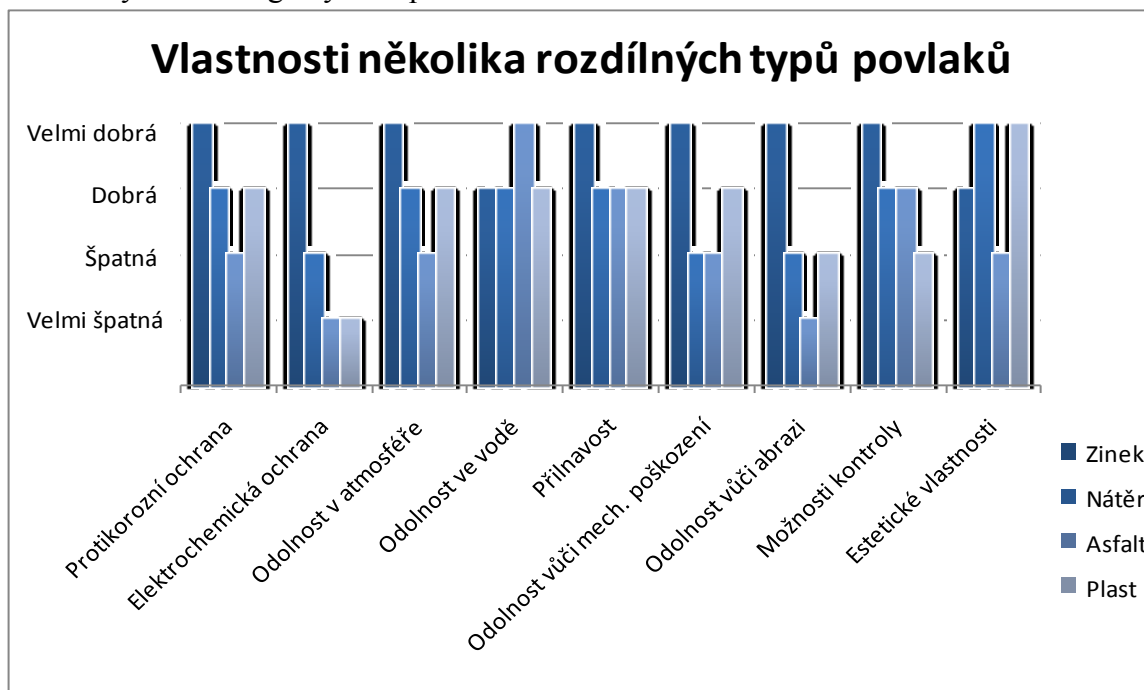
V současné době je nejpoužívanějším kovem ocel. Má ale velkou nevýhodu a tou je vysoká korozní rychlost v běžném prostředí. Ochrana výrobků z oceli proti korozi je ekonomicky velmi důležitá. Současná technika nám dává několika způsobů její ochrany:

- Legování oceli dalšími základními prvky
- Změna korozního prostředí
- Katodická ochrana
- Ochranný povlak z anorganického nebo organického materiálu

3.5.1 Volba protikorozní ochrany

Při výběru protikorozní ochrany ocelových součástí nebo konstrukcí je třeba brát zřetel na mnoho technických faktorů. Je důležité zmapovat prostředí, ve kterém objekt či konstrukce budou umístěny, jakož i zatížení při dopravě, skladování a montáži. Dalšími významnými faktory je provedení konstrukce, její velikost a snadná kontrola ochranného povlaku.

Než se rozhodneme pro určitý typ protikorozní ochrany, je nutno provést rozbor ekonomických a ekologických dopadů.



Obrázek 11: Vlastnosti některých typů zinkovaných povlaků (Porovnání vlastností různých zinkových povlaků a nátěrové hmoty s vysokým obsahem zinku).

V ekonomickém rozboru je nutno jako základ zvolit náklady v průběhu životnosti

(celkové náklady po dobu funkčnosti nebo užití celé konstrukce). Tyto celkové náklady zahrnují mimo náklady pořizovací i náklady na balení, dopravu, opravy škod při transportu a montáži, jakož i náklady na údržbu a ochranu životního prostředí. Uvažujeme-li o životnosti 30 let, je potřeba 2 – 3x provést údržbu protikorozního systému konstrukce. Z ekonomického hlediska je značně dražší než pořizovací náklady pokud je zvolena povrchová úprava nevyžadující údržbu. Posoudíme-li celkové náklady vynaložené po dobu životnosti, zpravidla se naskytne jiný obrázek než prosté pořizovací náklady.

Pro představu životnosti zinku a nátěrových hmot v ochraně proti korozi si můžeme porovnat odolnost podle obrázku č. 11 a tabulky č. 2. [4]

Tabulka 2: Porovnání různých parametrů nátěrového systému a žárového zinkování

Faktor	Nátěrový systém	Žárové zinkování
Předúprava	Nedokonalé očištění může snížit životnost systému o 60 až 80 %. Kontrola předúpravy má rozhodující význam	Moření v kyselině je nutnou součástí procesu. Pokud není povrch čistý, nevytvoří se povlak. Kontrola předúpravy není nutná.
Technologické proměnné	Přesná formulace, správné promíchání a ředění jsou velmi významné faktory.	Malé úpravy mají malý nebo žádný vliv na kvalitu zinkového povlaku
Podmínky provedení		
1. Teplota	Je obtížné dosáhnout dobrých výsledků, pokud je teplota vzduchu nižší než +10°C nebo vyšší než +30°C. Plochy vystavené slunci mohou snadno dosáhnout mnohem vyšší teploty	Teplota vzduchu a běžné odchylky procesní teploty nemají vliv
2. Vlhkost	Rosa a povrchová kondenzace brání provedení nátěru, který by se neměl aplikovat, jestliže je vzdušná vlhkost vyšší než 80 %	Nemá vliv
3. Znečištění vzduchu	Páry, kouř, plyny, prach a další nečistoty zhoršují kvalitu nátěru	Nemá vliv

Typ oceli	Nemá vliv	Reakce mezi zinkem a ocelí poskytuje určitou minimální normalizovanou tloušťku vrstvy. Zvýšený obsah křemíku v oceli a zvýšená tloušťka stěny dávají větší tloušťku povlaku
Vlastnosti povlaku		
1. Tloušťka	Má pro životnost velký význam. Mění se s počtem vrstev a nanášecí metodou. Kontrola tloušťky je důležitá pro každou vrstvu.	Reakcí mezi zinkem a ocelí vzniká vrstva povlaku, jejíž tloušťka splňuje normou obsah minimální hodnoty. Zvýšený obsah křemíku v oceli a její zvýšená tloušťka stěny dávají větší tloušťku povlaku
2. Přílnavost	Závisí na předúpravě, typu nátěrového systému, době mezi předúpravou a základním nátěrem a dobou vytvrzování mezi jednotlivými vrstvami	Zinkové povlaky se na oceli váží metalurgicky
3. Rovnoměrnost	Vrstva nátěru se ztenčuje na ostrých hranách a rozích. Otvory a malé spáry zůstanou zpravidla bez povlaku. Špatně přístupné části mohou mít tenčí povlak	Kompletní pokrytí ponorem v roztaveném zinku. Povlak je na ostrých hranách zpravidla o 50 % tlustší.
Doba vytvrzování	Může se měnit v závislosti na typu nátěrového systému a podmínkách nanášení od několika hodin až po několik dní pro dosažení manipulovatelnosti a po několik týdnů pro výslednou tvrdost	Povlak zcela ztuhne v průběhu několika sekund po vytažení ze zinkové lázně
Deformace	Žádné	Pnutí, vznikající ve zboží zpracováním za studena nebo při svařování, se mohou uvolňovat, takže může docházet k určitým deformacím

Kontrola	Je třeba provádět po předúpravě a každém dalším kroku výroby, aby byla zajištěna dobrá kvalita. Tloušťky vrstev se musí kontrolovat v průběhu zhotovení a na hotovém zboží	Vizuální kontrola včetně měření tloušťky povlaku po jeho zhotovení
Riziko poškození při dopravě a manipulaci	Velké. Může vyvolat nutnost opravy základního i krycího nátěru	Malé. Povlak má velkou mechanickou odolnost. Malá poškození není třeba opravovat. Velká poškození se opravují žárovým stříkáním nebo nátěrem barvy s vysokým obsahem zinku

4 ZPŮSOBY ZINKOVÁNÍ

Ošetření povrchu oceli proti korozi vrstvou zinku, je možno provádět různými způsoby.

4.1 Žárové zinkování

Ocelové součásti očištěné od mastnot, okují, rzi a jiných nečistot se noří do lázně s roztaveným zinkem. Na povrchu oceli se vytvoří povlak s různým podílem slitinových fází zinek-železo ve spodní části a ve vrchní části vrstvou čistého zinku. Tato metoda je hojně využívána pro dlouhodobou protikorozní ochranu a podrobněji bude popsána v kapitole 5 (žárové zinkování).[4]

4.2 Elektrolytické (galvanické) zinkování

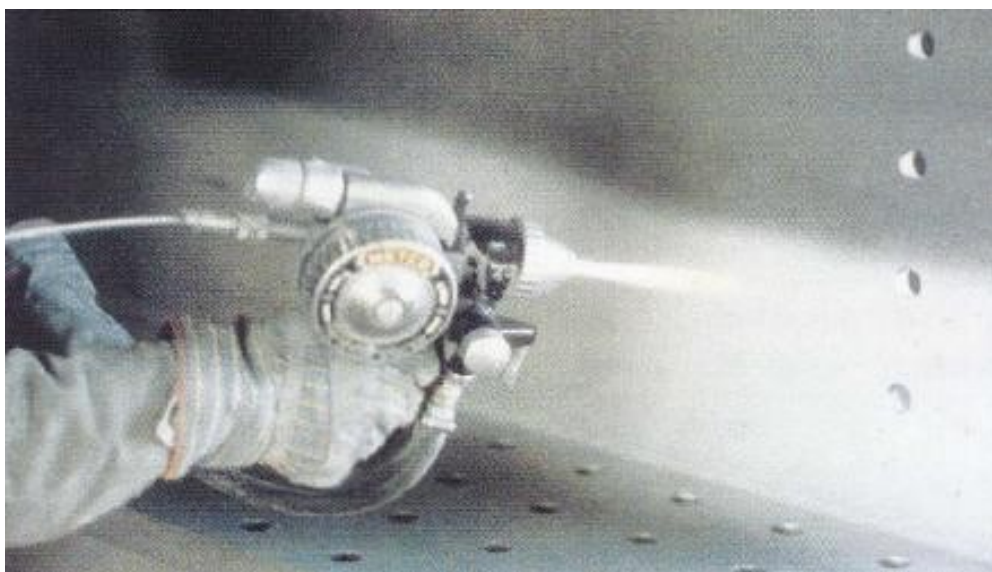
Ocelový povrch je nutno nejprve odmastit a očistit od okují a rzi mořením. Často je spojena předúprava s elektrolytickým odmaštěním. Zboží je zavěšeno ve vodném roztoku zinečnaté soli (elektrolyt) a zapojeno jako katoda ke zdroji stejnosměrného proudu. Jako anoda zde slouží desky z čistého zinku (elektrolytický zinek 99,995 %). Elektrolyt může být jak kyselý tak neutrální i alkalický a podle toho je zvolen druh zinečnaté soli. Po zapojení proudu je z anody rozpouštěn zinek a formou svých iontů putuje ke katodě, kde je vyloučen na povrchu zboží. Větší předměty se v praxi běžně zavěšují na přípravky (háky, závěsy apod.). Menší předměty (šrouby, matice, kování atd.) jsou pokovovány v bubnech. Přípravky nebo bubny se pohybují mezi různými lázněmi mechanicky nebo častěji s pomocí programovatelných robotů. Tímto způsobem vytvořená vrstva zinku je velmi jemnozrnné struktury a na povrchu ocelového výrobku drží pouze mechanicky. Tloušťka povlaku při způsobu elektrolytického zinkování se často na povrchu mění. Je to dáno jejím tvarem a umístěním anod. Aby se povlak vytvořil i v zastíněných místech, je nutno použít pomocné anody. Tímto způsobem pozinkované předměty není doporučeno používat ve venkovním prostředí, pouze při velmi krátce expozici. (obr. 12). [4]



Obrázek 12: Řez elektrolyticky naneseným povlakem zinku

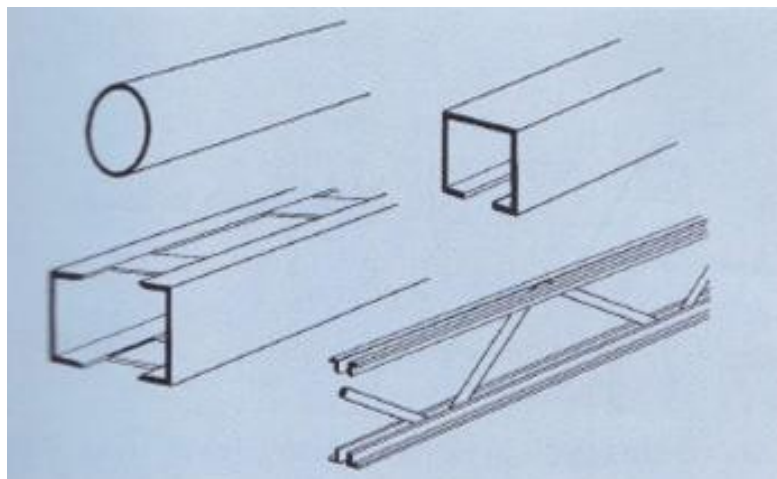
4.3 Žárové stříkání (metalizace)

Povrch oceli je třeba nejprve pečlivě očistit tryskáním. Zinek ve formě drátu nebo prášku je přiváděn do pistole a taven v plynovém hořáku nebo elektrickém oblouku. Roztavený zinek v malých kapkách, je za pomoci tlakového vzduchu vrhán na povrch oceli. (obr. 13)



Obrázek 13: Žárové stříkání zinku

Přilnavost povlaku je pouze mechanická a vrstva zinku je porézní s drsným povrchem. Tento povrch je vhodný pro následný organický povlak, který více zvyšuje korozní odolnost. Aby bylo dosaženo stejně hodnotné protikoroze ochrany, měl by tento povlak být o 20 % silnější než u žárově zinkované vrstvy. Metoda metalizace se hodí pro větší objekty s nekomplikovaným tvarem a pro opravy žárově zinkovaných předmětů poškozených svařováním nebo mechanicky. Je třeba velmi těžké povlakovat roury zevnitř. (obr. 14) [4]



Obrázek 14: Příklady profilů a konstrukcí s těžko přístupnými a zastíněnými plochami pro většinu metod přípravy povlaků. Žárové zinkování poskytuje na všech plochách dobrý povlak

4.4 Sherardizace

Předměty předem očištěné mořením či tryskáním jsou ve směsi se zinkovým prachem a pískem v bubnu, jež je za otáčení kolem své osy zahříván těsně pod teplotu tání zinku. Při otáčkách spolu reaguje železo a zinek a na povrchu oceli se tvoří jejich sloučeniny. Touto metodou je možné docílit relativně tenkých povlaků s dobrou přilnavostí a velmi rovnoměrnou tloušťkou na předmětech tvarově složitých. Povlak má temně šedou až hnědošedou barvu. Tato metoda je použitelná ve stejných případech jako elektrolytické zinkování. [4]

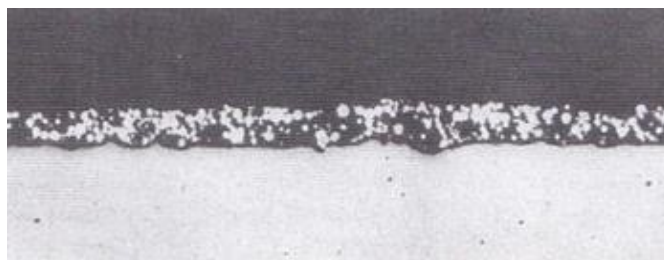
4.5 Mechanické zinkování

Po procesu odmaštění, odmoření a pomědění (vycementování mědi) jsou součásti nasypány do bubnu ve směsi se skleněnými kuličkami, zinkovým prachem a chemickými aktivátory. Součásti jsou omílány v bubnu a při tomto procesu je zinek nabalován pomocí skleněných kuliček na jejich povrch. Sílu vytvořeného povlaku je možné regulovat množstvím přidávaného zinku. Povlaky jsou rovnoměrné i na dílech, které mají komplikovanou geometrii. Povrch pokovených dílů zůstává poněkud matný. Metoda mechanického zinkování je vhodná, pro ušlechtilé oceli, kde by u jiných metod hrozila vodíková křehkost. Vytvořené povlaky metodou mechanického zinkování jsou vlastnostmi podobné galvanizovaným povlakům. [4]

4.6 Nátěrové hmoty s vysokým obsahem zinku

Jako v případě žárového stříkání se čištění oceli provádí tryskáním. Pokud je pouze ocel oškrábána nebo okartáčována, neposkytne uspokojivý výsledek. V nátěrové hmotě s vysokým obsahem zinku je obsažen jemně rozptýlený zinkový prášek v organickém nebo anorganickém pojivu.

Vyrábí se jako jednosložkové nebo dvousložkové nátěrové hmoty. V sušině bývá zinek obsažen minimálně 92 hmotnostními procenty, což odpovídá 62 objemovým procentům. V tomto množství je nezbytný proto, aby se jednotlivé částice zinku dostali do dobrého elektrického kontaktu nejen mezi sebou, ale také s povrchem oceli. Nátěrové hmoty jsou nanášeny stříkáním nebo štětcem. Tento způsob se někdy nazývá studené zinkování. Pod tímto pojmem je možné získat dojem, že metodou aplikace nátěrové hmoty



Obrázek 15: Řez nátěrovou hmotou s vysokým obsahem zinku

s vysokým obsahem zinku je možno vytvořit povlaky kvalitativně srovnatelné s povlaky, jež byly vytvořeny žárovým zinkováním. Je to pouze mylný dojem, jak je vidět z obr. 15 a 16 a také z tabulky 2. V tomto případě je třeba klást důraz na to, že nátěr nátěrovou hmotou s vysokým obsahem zinku je ochrana nátěrem a není to vytvořený ochranný kovový povlak. Tuto metodu můžeme používat pro malé opravy poškozeného povlaku žárového zinku. Pokud je poškozené místo vystaveno zatížení, je nutno zvolit jiný způsob opravy.



Obrázek 16: Řez žárově stříkaným povlakem zinku

5 ŽÁROVÉ ZINKOVÁNÍ

Metoda žárového zinkování byla objevena v roce 1741 francouzským chemikem Malouinem, ale větší praktické uplatnění našla, použitím chloridu amonného jako tavidla, Francouzem Sorelem. Tato metoda byla patentována 10. května 1837 a dodnes je využívána v praxi. V červenci 1837 dodává Sorel ke své patentové přihlášce dodatek, ve které nazývá svou metodu galvanizací. V tomto dodatku klade důraz na galvanický článok, jež se tvoří, pokud je zinkový povlak poškozen. V tomto případě ocel na poškozeném místě, se stává katodou galvanického článku a zinek anodou, jež chrání ocel proti korozi. Toto označení, bylo přijato, také pro jiné metody povlakování oceli zinkem i pro elektrolytické vylučování kovu obecně. Aby bylo zabráněno nedorozumění, je zinkování v roztaveném zinku nazýváno žárovým zinkováním ponorem neboli ve zkratce žárovým zinkováním (Obr. 17). [4]



Obrázek 17: Žárové zinkování

5.1 Výhody a nevýhody žárového zinkování

Jako výhody lze jmenovat:

- nízké vstupní náklady
- dlouhá životnost, z níž vychází taktéž nízké náklady na opravy (není třeba často udržovat)

- zinkování probíhá v pevných zařízeních dle dané technologie, takže nedochází ke vzniku chyb
- počasí nemá vliv na kvalitu zinkového povlaku v průběhu zinkování
- vznik rovnoměrného a kvalitního povlaku na všech, tudíž i obtížně přístupných plochách
- stejná nebo větší tloušťka povlaku na ostrých hranách a výčnělcích než je na rovinných plochách
- zinkový povlak je velmi dobře odolný proti mechanickým vlivům, které vznikají při dopravě, zatížení a montáži a jen zřídka je nutno opravovat na místě
- při malých poškozeních je ocel chráněna zinkem katodicky a není třeba opravy
- zároveň zinkovanou ocel lze svařovat všemi běžnými způsoby
- jednoduchá a rychlá kontrola

Jako nevýhody lze jmenovat:

- není možnost zinkování na místě, tato metoda vyžaduje pevné zařízení
- barva zinkového povlaku jde měnit pouze nátěrem
- rozměry zinkované konstrukce omezuje velikost zinkovací lázně, pokud není použito šroubové spojení nebo svařování
- riziko deformace vlivem tepla v zinkovací lázni u povrchů tvářených za studena (tenké plechy, profily)
- svařování pozinkované oceli vyžaduje náročnější proceduru než je u nepovlakované oceli (nebezpečí zinkové horečky – vdech exhalací při svařování)

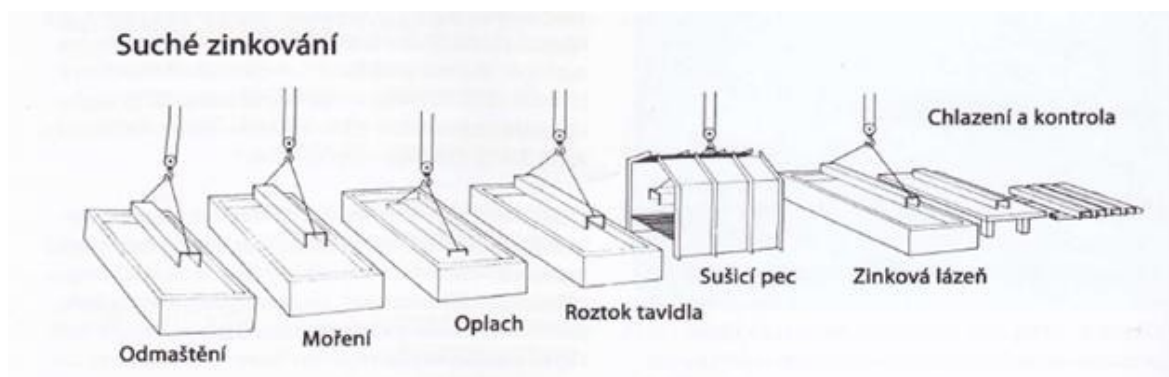
5.2 Způsob provedení žárového zinkování

Je-li povrch oceli znečištěn barvou (ve vodě nerozpustná označovací barva) nebo struskou po svařování, je nutno tyto nečistoty mechanicky odstranit broušením nebo tryskáním. Formovací písek z odlitků je nutno také otryskat, jelikož křemičitany, jež jsou v písku obsaženy, není možno odmořit v kyselině chlorovodíkové, sírové nebo chloridu železnatém. Tuk, olej a dehet se běžně odstraní alkalickým odmašťováním.

V současné době, v níž je kladen důraz na ekologii, jsou proto používány ekologičtější lázně, které obsahují tenzidy a bakterie, jež se postarají o likvidaci tuků a olejů. Použitím této lázně, je dána možnost, vynechat oplachové lázně a rovnou přejít k moření, kde je odstraněna rez a okuje. Moření probíhá v kyselině chlorovodíkové (10- 12 %), v kyselině sírové (max. 20 %) nebo chloridu železnatém (5% kyselina chlorovodíková a cca 170 gramů chloridu železnatého).

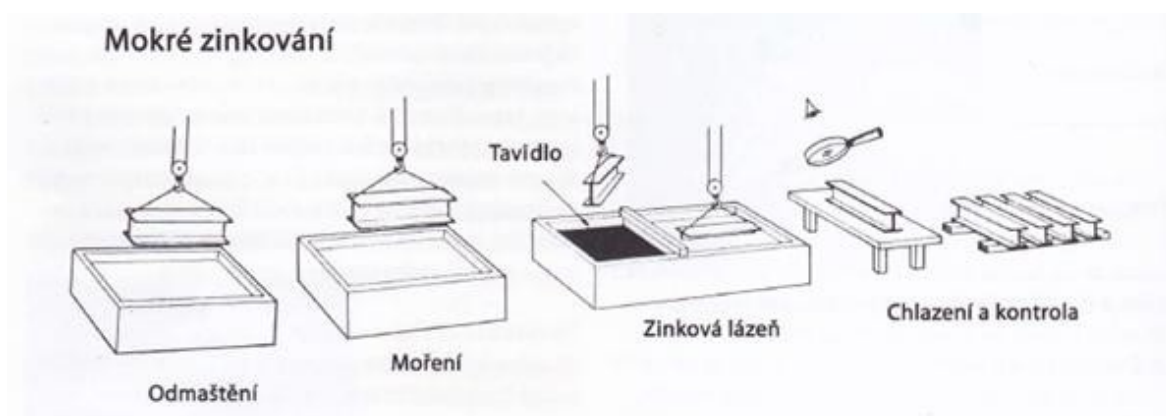
Před ponořením do roztaveného zinku je nutné, na zboží, nejprve nanést tavidlo. To zabraňuje tvorbě oxidů a zároveň rozpouští oxidy na povrchu oceli a roztaveného zinku, tudíž dojde k přímému vzájemnému kontaktu obou kovů. To lze provést dvěma způsoby – suchým a mokřým zinkováním. Obě tyto metody z hlediska kvality a úrovně protikorozi ochrany poskytují zcela rovnocenné povlaky. Suchý způsob je nejběžnější, protože se dá snáze mechanizovat.

- Suchý způsob neboli suché zinkování – Po procesu odmaštění, moření a oplachu, je zboží ponořeno do tavidlové lázně (vodný roztok chloridu zinečnatého a chloridu amonného) a usušeno. Regenerací tavidla se obsah železa udržuje pod 1g/l. Tím je umožněno minimalizovat tvorbu tvrdého zinku v zinkové lázni. Ponořením do tavidla, je na povrchu zboží vytvořena tenká vrstva tavidla, jež brání oxidaci. Vrstva tavidla současně čistí hladinu roztaveného zinku od oxidu při ponořování zboží. Před ponořením a vymořením zboží se musí z hladiny roztaveného zinku stírat popel ze spáleného tavidla a oxidy zinku. Po vytažení zboží ze zinkovací lázně, je zboží chlazeno ve vodě nebo na vzduchu a připraveno ke kontrole nebo k následným úpravám zabalení a expedici (obr. 18).



Obrázek 18: Princip žárového zinkování suchým způsobem

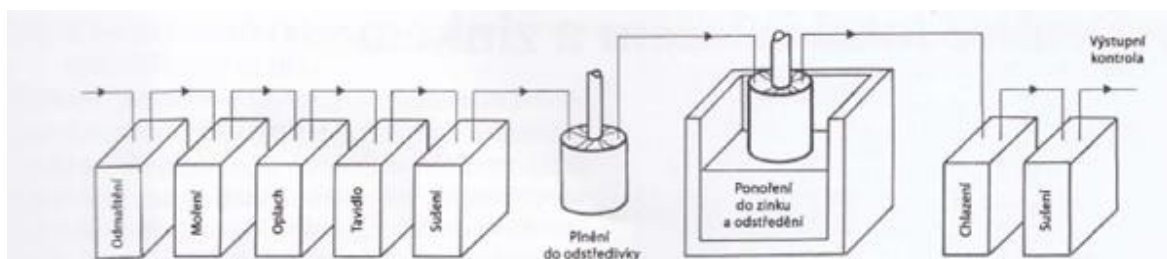
- Mokrý způsob neboli mokré zinkování - Při tomto procesu je hladina zinkovací lázně rozdělena na dvě části přepážkou. V první části se na hladině zinkové lázně nachází vrstva tavidla (chlorid amonný). Zboží se po odmaštění a odmoření přes vrstvu tavidla zanoří do zinkové lázně. Poté se protáhne zinkovou lázní do druhé části, kde je čistá a volná hladina, z jejíhož povrchu je stírán popel ze spáleného tavidla a oxidy zinku. V tomto prostoru se zboží ze zinku vytáhne a ochladí na vzduchu nebo na vodě. Poté je připraveno ke kontrole nebo k následným úpravám balení a expedici (obr. 19). [4]



Obrázek 19: Princip žárového zinkování mokrým způsobem

5.2.1 Žárové zinkování drobných předmětů

Drobné předměty (hřebíky, matice, podložky, kování) po odmaštění a odmoření a nanesení tavidla se nasypou do perforovaných košů a ponoří do zinkové taveniny o teplotě 540 – 560°C. Po vynoření z lázně se koš usadí do odstředivky, popř. se odstředí přímo nad zinkovou lázní při rotaci 800 otáček/min. Povrch povlaku je tudíž rovnoměrný, hladký a má matnější povrch než při kusovém pozinkování, které probíhá při nízké teplotě 450 – 460°C (obr. 20). [4]



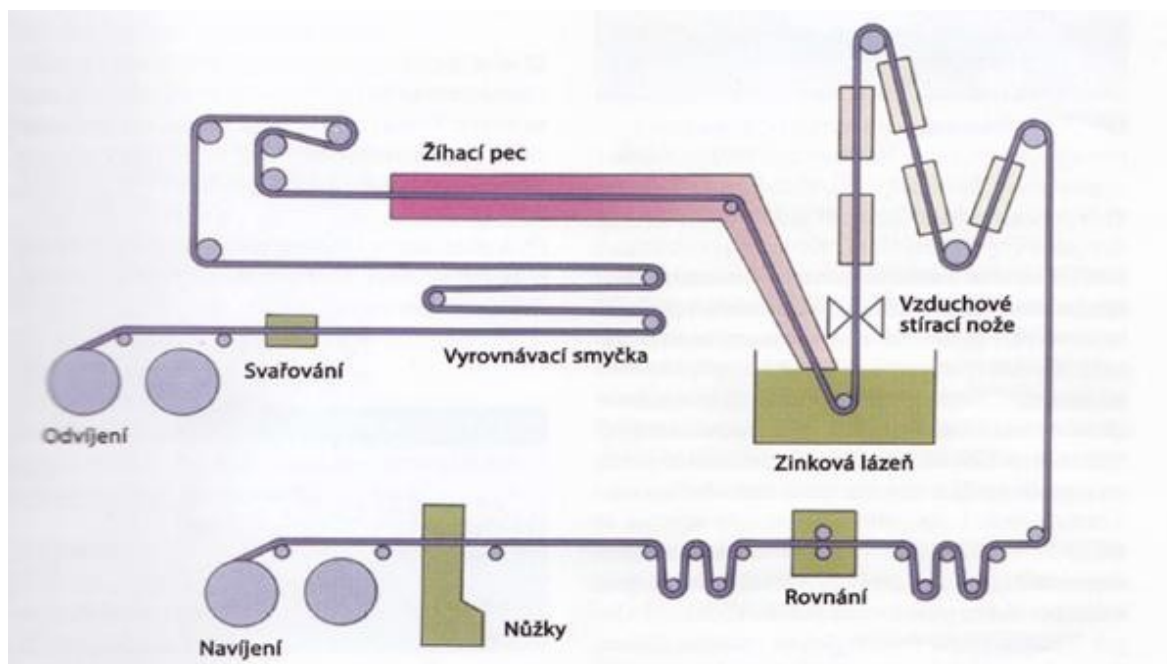
Obrázek 20: Princip vysokoteplotního žárového zinkování s odstředováním

5.2.2 Žárové zinkování drátů a trubek

Drát, úzký pásek nebo roury se zinkují oběma způsoby v zařízeních pracujících kontinuálně. Ihned po vytažení ze zinkové lázně je přebytečný zinek z povrchů součástí setřen (drát), ofouknut (pásek, roura), nebo profouknut (roura). Povlak je tudíž rovnoměrný a lesklý. Tloušťku zinkového povlaku je možno v určité míře ovlivnit stíráním nebo ofukem. [4]

5.2.3 Žárové zinkování ocelového pásu

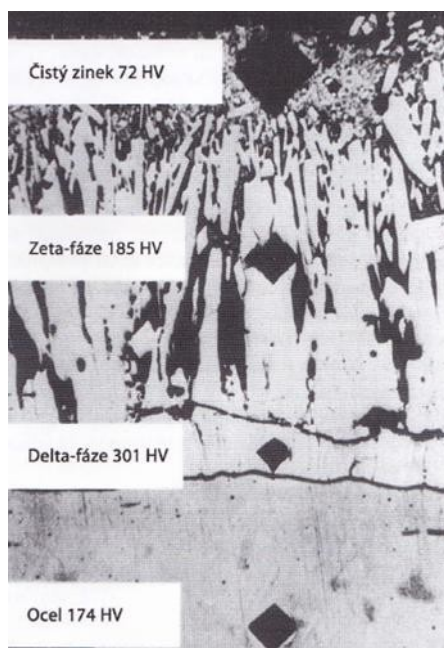
Tenký plech je žárově zinkován v kontinuálních zařízeních, v nichž probíhá celý proces v uzavřeném systému. Základním materiálem je za studena válcovaný plech ve svitcích, jež se v průběhu procesu svaňují do nekonečného pásu. Po odmaštění se pás moří nebo oxiduje. Posléze je redukci, jež probíhá při 950°C, povrch zbaven oxidů. Současně s tímto procesem probíhá proces změkčovacího žíhání oceli. Výchozí povrch oceli je kovově čistý a v ochranné atmosféře vstupuje do zinkovací lázně. V zinkovací lázni je několik sekund a poté vystupuje kolmo vzhůru a prochází takzvanými vzduchovými stíracími noži, jež jemným proudem vzduchu nebo páry stírají zinkový povlak na požadovanou tloušťku. Tloušťka vrstvy a nastavení stíracích nožů je prováděno pomocí tloušťkoměrů a počítačů. Přes ochlazovací sekci, rovnání a úpravu (ochrana proti vzniku bílé rzi) je pás veden k formátovacím nůžkám, navíjen na svitky pro expedici nebo pro další úpravu plastem, organickým povlakem a k dalšímu tváření. K zinkování tenkého ocelového plechu se používá mikrolegovaný, nízkolegovaný nebo vysokolegovaný zinek. Nejběžnější legura je v tomto případě hliník. Úzkou pásku je možno zinkovat stejně jako tenký plech. Obsahy hliníku jsou od 0,2 % (žárově pozinkovaný plech) přes 5 % (galfan) až po 55 % (aluzink, galvalume). (Obr. 21) [4]



Obrázek 21: Kontinuální žárové zinkování plechu

5.3 Reakce mezi železem a zinkem

Při kusovém zinkování je teplota taveniny $450 - 460^{\circ}\text{C}$, při hromadném zinkování se používá teplota taveniny v rozmezí $540 - 560^{\circ}\text{C}$, v kombinaci s odstřed'ováním, jež usnadňuje odstranění přebytků zinku např. ze závitů. Teplota taveniny nad 470°C vyžaduje použití keramické zinkovací vany. Při nižších teplotách se běžně používají vany z čistého feritu, který snižuje rychlost reakce mezi zinkem a stěnami vany. Pokud se ocel dostane do kontaktu s roztaveným zinkem, začne probíhat reakce mezi oběma kovy a na povrchu oceli se vytváří slitina železo-zinek. Je tvořena různými fázemi zinek-železo. Směrem k vnějšímu povrchu obsah železa klesá. Při vytažení ze zinkové lázně na vnější vrstvě slitinové fáze ztuhne vrstva čistého zinku. Tloušťka zinkového povlaku a povrchový vzhled jsou dány reakcí mezi ocelí a zinkem a rychlostí tuhnutí vnější zinkové vrstvy. Celý průběh reakce závisí na mnoha parametrech. Největší význam má složení a stav povrchu oceli (struktura, velikost zrna, napětí, povrchová drsnost). Neméně významný faktor zde hraje i složení taveniny, její teplota a taktéž doba ponoru. Celá tato reakce a její průběh je velmi komplikovaný a v současné době ne zcela vyjasněný. (obr. 22) [4]



Obrázek 22: Vpichy mikrotvrdoměru v oceli v několika fázích tvořících zinkovou vrstvu

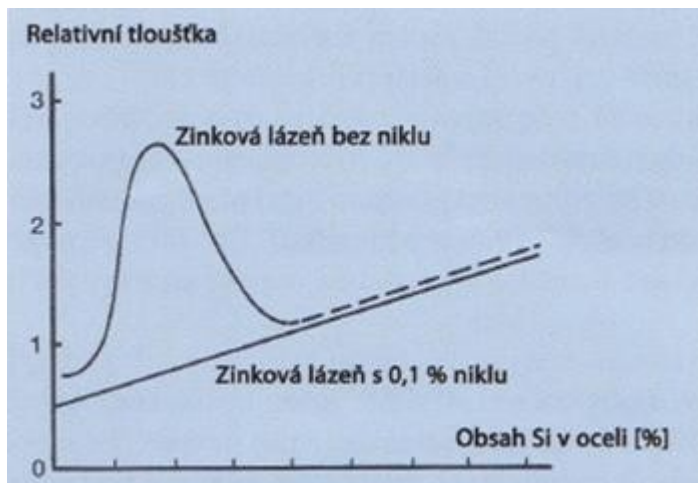
Při výrobě oceli je přidáván křemík, nebo hliník jako deoxidační činidlo a ocel se tím stává uklidněnou. Ocel, odlitou bez těchto přísad, nazýváme neuklidněnou. Velký význam pro reakce při žárovém zinkování má obsah křemíku (Si) a v některých případech i fosforu (P). (Obr. 23) [4]



Obrázek 23: Žárově zinkované roury s různým obsahem křemíku. Některé jsou vyrobeny z oceli uklidněné hliníkem a získaly kovově lesklý povrch, zatímco jiné byly vyrobeny z oceli uklidněné křemíkem a získaly matný šedý povrch

5.4 Složení zinkové lázně

Základem je elektrolytický zinek (SHG- special high grade) s obsahem zinku 99.995 %. Zbývající 0.005 % tvoří hlavně železo. Z důvodu ovlivnění zinkování se přidávají legury. Jedná se hlavně o hliník, nebo další přísady, které nám slouží k potlačení vlivu Sandelinova efektu (nestejný vzhled a tloušťka pozinkovaného povrchu oceli), (obr. 23) a (obr. 24) a získání lesklého povlaku, zvýšení korozní odolnosti a lepšího stékání



Obrázek 24: Relativní tloušťka (Přídavek niklu v zinkové lázni eliminuje Sandelinův efekt. Vliv niklu na reaktivitu končí s obsahem cca 0,22 % Si v oceli.)

zinku. [4]

Hliník jako leguru přidáváme v malých množstvích (0,001- 0,01 %), aby byl při žárovém zinkování zvýšen lesk povlaku. Při použití většího množství, nezabráníme vzniku černých nepokovených míst, z důvodu neschopné reakce tavidla s oxidem hlinitým.

Další legurou v zinkové lázni je nikl (0,05 – 0,07 %), který eliminuje Sandelinův efekt a podporuje lineární nárůst tloušťky zinkového povlaku u oceli, jež má obsah křemíku do 0,22 %. Při vyšším obsahu křemíku v oceli, nemá nikl, žádný vliv na tloušťku povlaku. Při použití niklu je vnější vrstva čistého zinku tlustší a povrch lesklejší. (obr. 24)

V dřívější době se běžně do zinkové lázně přidávalo olovo, aby byla ovlivněna viskozita a povrchové napětí taveniny. Z ekologických důvodů bylo od toho upuštěno. Olovo bylo nahrazeno bismutem v koncentracích 0,1 – 0,2 %. Při vytahování z lázně se přídavek bismutu ukázal stejně dobrý, ne-li, lepší než olovo, protože zinek měl lepší

stékavost ze zinkovaného výrobku, než při použití olova. Zvýšila se také přilnavost povlaku, jež je zvláště výrazná, při vysokoteplotním zinkování.

Cín jako leguru, používáme v kombinaci s bismutem. Celkový obsah cínu v zinkovací lázni je přibližně 1 %. Na povrchu zinkové vrstvy se tvoří charakteristický květ. [4]

5.5 Koroze zinkových povlaků

V současnosti je ocel nejvíce využívaným materiálem. Její velkou nevýhodou je její velká korozní rychlost. Proto ochrana výrobků a konstrukcí z oceli má velký význam. Nejlepší protikorozní ochrany oceli lze docílit za pomoci zinku. Ocel je chráněna dvojitým způsobem.

- bariérovým působením zinku – brání přístupu kyslíku a vlhkosti k povrchu oceli
- katodickou ochranou zinkem v místě porušení jako jsou škrábance, odloupnutí, střížené hrany apod.

Přestože zinek je neušlechtilý kov s velkým sklonem ke korozi, je jeho korozní rychlost v naprosté většině prostředí nízká. Tato vlastnost je dána pokrytím povrchu zinku korozními produkty, jež jsou v běžném prostředí nerozpustné a tím chrání zinkovou vrstvu, proti další hloubkové korozi. (Obr. 25, obr. 26, obr. 27) [4]



Obrázek 25: Exponovaný povrch zinkového povlaku



Obrázek 26: Červenohnědé zbarvení



Obrázek 27: Bílá rez vytvořená mezi materiálem naskládaným na sebe

6 ZÁVĚR

Z hlediska snadné dostupnosti a 100% recyklovatelnosti zinku je jeho využití v budoucnosti, jako materiálu v ochraně kovů, zatím nenahraditelné. V případě využití zinku v žárovém zinkování je nesporné, že jeho dopad na životní prostředí, je co nejmenší a to použitím uzavřeného cyklu výroby. V podstatě proces začíná přípravou materiálu určeného k zinkování a to očištěním a zavěšením na pohyblivý jeřáb, který vynese materiál do uzavřeného prostoru s vanami na moření, oplachování a tavení povrchu oceli. Páry z tohoto prostoru jsou odsávány a filtrovány, aby nedošlo ke kontaminaci a znečištění ovzduší nežádoucími polutanty. Moderní čištění vzduchu a filtrační zařízení zaručují bezpečné dodržení evropských zákonů pro ochranu životního prostředí. Potom materiál přechází do sušárny a následně do zinkové lázně. Odpadní teplo je zpětně využíváno systémy výměníků tepla k ohřevu pracovních van. Tím se podstatně snižuje spotřeba energie. Zbytky po zinkování, usazené na povrchu zinkové lázně, jsou sbírány speciální lopatou, po shromáždění většího množství, jsou odesílány zpět do hlavní firmy ve Vídni, kde jsou znovu přetaveny a odlity do ingotů. Recyklaci zbytkových látek zpět do výrobního procesu zajišťují speciální pracovní postupy, které mají za cíl, minimalizovat odpadní látky a chránit přírodní zdroje. Obsahy van s mořidly a tavidly jsou přečerpány přímo do cisterny a tímto způsobem i znovu naplněny. Výroba nezatěžuje životní prostředí odpadními vodami. Zpracování a zneškodňování odpadů, které souvisí s procesem zinkování, zajišťují specializované firmy.

7 POUŽITÁ LITERATURA

1. MIČKA, Z; LUKEŠ, I. *Anorganická chemie I : Teoretická část*. Praha : Karolinum, 2003. 168 s. ISBN 80-7184-988-X.
2. SEJKORA, Jiří; KOUŘIMSKÝ, Jiří. *Atlas minerálů České a Slovenské republiky*. 1. vydání. Praha : Academia, 2005. 375 s. ISBN 80-200-1317-2.
3. HERČÍK, M. *Ochrana životního prostředí a legislativa*. Ostrava : [s.n.], 2004. 158 s. ISBN 80-86764-05-2.
4. *Příručka žárového zinkování*. 3. aktualizované vydání. Ostrava : Asociace českých a Slovenských zinkoven:Asociácia slovenských zinkovní (AČSZ), 2009. 56 s. ISBN 978-80-254-7860-8.
5. MAJER, Jiří. *Rudné hornictví v Čechách, na Moravě a ve Slezsku : Obrazy z dějin těžby a zpracování*. 1. vydání. Praha : Libri, 2004. 250 s. ISBN 80-7277-222-8.
6. PROKEŠ, J, et al. *Základy toxikologie : Obecná toxikologie a ekotoxikologie*. 1. vydání. Praha : GalénKarolinum, 2005. 248 s. ISBN 80-7262-301-X.
7. JIRÁSEK, Jakub; SIVEK, Martin; LÁZNIČKA, Petr. *Ložiska Nerostů* [online]. Ostrava : Anagram, 2010 [cit. 2011-03-16]. Dostupné z WWW: <http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/loziska_cr.html#ZINEK>. ISBN 978-80-7342-206-6.
8. Przeróbka kopalin cynkových : Cynk. *Inzyniera mineralna : Journal of the Polish mineral engineering society*. 2008, IX, 1, 2, s. 26- 34.
9. ŠKÁCHA, Pavel. *Czechmin.cz : Fotografie českých a slovenských minerálů* [online]. 2010, 2010 [cit. 2011-03-17]. Willemit. Dostupné z WWW: <<http://czechmin.cz/mineraly/category/135-willemit>>.

10. OSWALD, Petr. *Www.mineralos.cz* [online]. 2007, 13.9.2010 [cit. 2011-03-16]. Hemimorfit. Dostupné z WWW: <<http://www.mineralos.cz/depo/0/90.htm>>.

11. DUŽA, Rudolf; REJL, Luboš. *Minerály*. 1. české vydání. Praha : Aventinum, 1997. Franklinit, s. 520. Dostupné z WWW: < ISBN 80-7151-030-0. >. ISBN 80-7151-030-0.

12. Sfalorit. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2.1.2007, last modified on 15.3.2011 [cit. 2011-03-16]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Sfalorit>>.

13. Zinek. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 9.2.2007, last modified on 5.3.2011 [cit. 2011-03-16]. Dostupné z WWW: < <http://cs.wikipedia.org/wiki/Zinek> >.

14. Zinkit. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 3.1.2011, last modified on 5.1.2011 [cit. 2011-04-16]. Dostupné z WWW: < <http://cs.wikipedia.org/wiki/Zinkit> >.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Zinek</i>	3
<i>Obrázek 2: Sfalerit</i>	3
<i>Obrázek 3: Smithsonit</i>	4
<i>Obrázek 4: Willemit</i>	4
<i>Obrázek 5: Zinkit</i>	4
<i>Obrázek 6: Franklinit</i>	5
<i>Obrázek 7: Hemimorfit</i>	5
<i>Obrázek 8: Významná ložiska zinkových rud</i>	5
<i>Obrázek 9: Gravitačně-flotační metoda úpravy zinkové rudy</i>	7
<i>Obrázek 10: Budova firmy Zinkpower Roudnice</i>	12
<i>Obrázek 11: Vlastnosti některých typů zinkovaných povlaků (Porovnání vlastností různých zinkových povlaků a nátěrové hmoty s vysokým obsahem zinku).</i>	13
<i>Obrázek 12: Řez elektrolyticky naneseným povlakem zinku</i>	18
<i>Obrázek 13: Žárové stříkání zinku</i>	18
<i>Obrázek 14: Příklady profilů a konstrukcí s těžko přístupnými a zastíněnými plochami pro většinu metod přípravy povlaků. Žárové zinkování poskytuje na všech plochách dobrý povlak</i>	19
<i>Obrázek 15: Řez nátěrovou hmotou s vysokým obsahem zinku</i>	20
<i>Obrázek 16: Řez žárově stříkaným povlakem zinku</i>	20
<i>Obrázek 17: Žárové zinkování</i>	21
<i>Obrázek 18: Princip žárového zinkování suchým způsobem</i>	23
<i>Obrázek 19: Princip žárového zinkování mokřím způsobem</i>	24
<i>Obrázek 20: Princip vysokoteplotního žárového zinkování s odstřed'ováním</i>	25
<i>Obrázek 21: Kontinuální žárové zinkování plechu</i>	26

<i>Obrázek 22: Vpichy mikrotvrdoměru v oceli v několika fázích tvořících zinkovou vrstvu.....</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 23: Žárově zinkované roury s různým obsahem křemíku. Některé jsou vyrobeny z oceli uklidněné hliníkem a získaly kovově lesklý povrch, zatímco jiné byly vyrobeny z oceli uklidněné křemíkem a získaly matný šedý povrch</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 24: Relativní tloušťka (Přídavek niklu v zinkové lázni eliminuje Sandelinův efekt. Vliv niklu na reaktivitu končí s obsahem cca 0,22 % Si v oceli.)</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 25: Exponovaný povrch zinkového povlaku</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 26: Červenohnědé zabarvení</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 27: Bílá rez vytvořená mezi materiálem naskládaným na sebe</i>	<i>30</i>

9 SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Základní fyzikálně-chemické vlastnosti zinku.....</i>	<i>2</i>
<i>Tabulka 2: Porovnání různých parametrů nátěrového systému a žárového zinkování</i>	<i>14</i>

